OPTIMASI SISTEM PEMBERSIHAN JAGUNG PADA MESIN PEMANEN JAGUNG KOMBINASI

CORN CLEANING SYSTEM OPTIMATION OF CORN COMBINE HARVESTER

Sina Jamilah, Trismiyati, Haruman Wiranegara, Hafid

Balai Besar Logam dan Mesin

Kementerian Perindustrian

Jl. Sangkuriang 12 Bandung - Jawa Barat

email: sina-jamilah@kemenperin.go.id

Abstrak

Dalam penelitian ini, mesin pemanen kombinasi untuk padi dimodifikasi untuk memanen jagung. Agar jagung dapat dipanen dengan mesin tersebut maka diperlukan penyesuaian pada beberapa bagian, salah satunya sistem pembersihan pada mesin pemanen kombinasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan lahan, pohon dan buah dari padi dan jagung. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kebersihan bulir jagung yang telah terpipil dan membuang sampah yang masuk ke dalam ruang penyaringan sehingga diperoleh pembersihan yang optimal serta mengurangi jagung yang terbuang. Metode penelitian menggunakan rekayasa mundur dengan mengidentifikasi fungsi dari bagian-bagian sistem pembersihan mesin pemanen kombinasi. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan kondisi lantai rata dan datar. Pengujian meliputi kadar air jagung, bentuk dan posisi pengayak, lebar celah pembuangan, kemiringan penampung jagung, serta pengaruh putaran mesindan kecepatan angin dari peniup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air jagung 19% menghasilkan jagung pipilan yang bersih. Agar biji jagung dapat bergerak ke area screw pembawa, perlu kemiringan penampung jagung minimal sebesar 20°. Celah pembuangan sampah dibuat sebesar 65 mm supaya sampah tidak tersumbat pada saat pembersihan butir jagung. Posisi dan bentuk pengayak juga berpengaruh terhadap jumlah jagung yang terbuang dan proses penyaringan. Pengayak yang dipasang dengan kemiringan 20° berhasil mengurangi jagung yang terbuang menjadi 4,67% pada putaran mesin 1500,2 rpm dan kecepatan angin dari peniup sebesar 1,7 – 3,9 m/s. Dari hasil pengujian tersebut, sampah yang masuk ke ruang penyaringan dapat dikeluarkan dengan baik sehingga jagung hasil pipilan bersih dari pengotornya.

Kata kunci: sistem pembersihan jagung, modifikasi pengayak, mesin pemanen jagung, parameter pembersihan jagung

Abstract

In this research, combined rice harvester machine is modified for harvesting corn. In order to enable the corn can be harvested by that machine, it is necessary to adjust some parts, one of which was the combined harvester cleaning system. This is due to several differences between rice and maize in land, trees, and grains. Research objective is to improve cleanliness of corn grains that have been threshed and remove waste that goes into the screening room in order to obtain optimal cleaning also to reduce wasted corn grains. The research method uses reverse engineering by identifying the function of the cleaning system parts of the combine harvesting machine. Tests conducted in the laboratory with a flat floor. Tests include corn moisture content, shape and position of the sieve, wide-gap discharge, the slope of the corn container, as well as the influence of the engine speed and the wind speed of the blower. The test results showed that the corn moisture content of 19% produces clean corn grain. In order for corn grain move to an area of the carrier screw, minimum tilt of the corn container is 20°. Sewage gap is made of 65 mm so that the garbage is not clogged at the time of cleaning the grains of corn. The position and shape of the sieve also affects the losses of corn grain and the sieving process. Sieve mounted with a slope of 20° successfully reduce the losses of corn grain to 4.67% at engine speed of 1500.2 rpm and the blower wind speed of 1.7 to 3.9 m/s. From the

test results, the waste that goes into the filtration room can be removed so well that the shelled corn is clean from the impurities.

Key words: corn cleaning system, sieve modification, combine corn harvester, corn cleaning parameter

PENDAHULUAN

Saat ini di Indonesia telah diproduksi mesin pemanen padi kombinasi. Petani sudah memanfaatkan mesin tersebut untuk mempermudah dan mempercepat panen padi. Namun untuk memanen jagung, belum ada mesin pemanen kombinasi yang diproduksi di Indonesia. Oleh karena itu, pada penelitian ini mesin pemanen kombinasi untuk padi dimodifikasi untuk memanen jagung.

Proses pemanenan menggunakan mesin pemanen kombinasi ini dimulai dengan memotong tanaman, kemudian tanaman tersebut ditarik dan masuk ke bagian pemipil (*thresher*). Hasil pipilan diarahkan ke bagian pengayak (*sieve*) untuk memisahkan butiran dengan pengotornya. Selain itu, pemisahan pengotor juga dilakukan dengan *blower*. Pengotor ini berasal dari tanaman yang ikut terpotong pada saat proses pemipilan. Butiran yang telah dibersihkan dari pengotornya dibawa oleh *screw* pembawa ke bagian penampung yang kemudian butiran tersebut dapat langsung dikemas dalam karung. Agar jagung bisa dipanen dengan mesin tersebut maka diperlukan penyesuaian pada beberapa bagian, salah satunya sistem pembersihan mesin pemanen kombinasi.

Sistem pembersih dalam mesin pemanen jagung kombinasi merupakan salah satu bagian yang mempengaruhi unjuk kerja mesin keseluruhan. Performa lapisan penyaring dipengaruhi oleh faktor desain, kondisi operasi dan sifat tanaman. Kecepatan pengumpan, kipas, dan pembukaan *chaffer* adalah faktor operasi yang banyak mempengaruhi performa unit pembersih mesin pemanen kombinasi (Mirzazadeh, Abdollahpor, & Vahed, 2015).

Persentase kerusakan biji jagung oleh serangga linear dengan penurunan kelembaban biji semua hibrida pada dua periode evaluasi. Kadar air biji jagung dalam rentang 22–26 % (w.b.) merupakan kondisi kadar air biji jagung terbaik untuk dipanen (Marques et al. 2008).

Berdasarkan SNI 7428:2008 mengenai mesin pemipil jagung – unjuk kerja dan cara uji, kondisi bahan uji biji jagung memiliki kadar air rata-rata 18-20%. Syarat unjuk kerja standar efisiensi minimumnya adalah 95% dan jumlah jagung terbuang maksimum 5% (Badan Standardisasi Nasional 2008).

Pada kondisi yang telah dipelajari, hasil optimal untuk pengujian adalah dengan menggunakan jagung yang telah dipanen pada kandungan air 25% atau kurang dan dikeringkan pada temperatur udara dari 82°C atau lebih rendah (Peplinski, Anderson, and Brekke 1982).

Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara biji jagung dipanaskan di oven sampai $103 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 72 jam (Marques et al. 2008).

Kadar air jagung secara langsung mempengaruhi kualitas dan waktu penyimpanan. Dengan menggunakan metode thefour-elektroda dengan Agilent E4980A presisi LCR meter, spektroskopi impedansi listrik dari jagung manis dan jagung lilin diperoleh kadar air yang berbeda (Pengfei et al. 2015).

Hasil dari pemanenan dan jumlah kehilangan biji menunjukkan bahwa *header* konvensional dimana gaya vertikal diberikan untuk memisahkan batang, menghasilkan kerusakan yang terjadi pada tanaman dan jumlah kehilangan biji menjadi terlalu besar. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa hal-hal yang berpengaruh terdapat pada *cutter bar*, perlu adanya modifikasi pada *header* yang dibuat di Iran untuk mengurangi jumlah kehilangan biji. Pemilihan material juga perlu diperhatikan untuk konstruksi *header*, *cutter bar*, *straw walker*, rantai penarik dan poros sehingga mengurangi jumlah kerugian pada *header*. Sebelum memulai pemanenan, perlu dilakukan pengukuran kadar air jagung, memastikan putaran *header* dan *concave* sudah benar, dan mengatur ruang antara *header* dan *concave*

untuk mengurangi jumlah kehilangan biji. (Mohammad, Aziz, and Amini 2014).

Performa mesin pemipil jagung tergantung pada kadar air biji jagung, kecepatan pengumpannya dan kecepatan *blade* (Darudkar 2015).

Dalam sistem pembersihan, biji dipisahkan dari tumpukan material yang dihasilkan dari pemipil dan *walker*. Proses pemisahan berlangsung pada *sieve* dari sistem pembersihan berkat gerakan osilasi dari *sieve* dan aliran udara yang menyapu lapisan pengotor (Voicu, Casandroiu, and Tarcolea 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kebersihan bulir jagung yang telah terpipil dan membuang sampah yang masuk ke dalam ruang penyaringan sehingga diperoleh pembersihan yang optimal serta mengurangi jagung yang terbang.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kebersihan hasil panen jagung.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2016 di Balai Besar Logam dan Mesin - Bandung, Jawa Barat.

Metode yang digunakan adalah *reverse engineering* (rekayasa mundur). Identifikasi fungsi dilakukan pada bagian-bagian sistem pembersihan mesin pemanen kombinasi.

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Gambar 1. Diagram blok tahapan optimasi sistem penyaring jagung pada mesin pemanen jagung kombinasi

Identifikasi sistem pembersihan pada mesin pemanen jagung dilakukan dengan mempelajari bagian-bagian dari mesin tersebut.

Penelitian dilakukan pada mesin pemanen padi kombinasi merk HORNET CCH-7130 yang dimodifikasi untuk memanen jagung dengan bahan pohon jagung hasil panen. Bagian-bagian sistem pembersih dianalisis berdasarkan fungsinya. Hasil analisis tersebut dijadikan dasar untuk merancang bagian-bagian

yang perlu diperbaiki untuk mengoptimalkan sistem pembersihan.

Proses pengerjaan menggunakan mesin potong, mesin las, mesin milling, dan mesin gerinda.

Bahan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pohon jagung.

Bahan untuk memodifikasi mesin adalah sebagai berikut plat *stainless*, plat *stripe*, plat *perforated steel* dan kawat las.

Alat ukur putaran mesin menggunakan *tachometer* Krisbow KW 06-563. Kecepatan angin diukur dengan *anemometer* SILVA ADC PRO.

Pohon jagung dengan jagungnya sebagai sampel uji dikeringkan di ruangan dengan udara terbuka. Setelah beberapa lama pengeringan dilakukan, jagung diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air jagung diukur dengan menggunakan *Grain Moisture Meter* JV-002S.

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan cara mengumpan pohon jagung ke mesin pemanen kombinasi dengan cara manual.

Parameter proses yang dianalisis pada saat pengujian sistem pembersihan mesin pemanen jagung kombinasi adalah kecepatan putar *engine* sebagai variabel bebas dan kecepatan angin pada *blower* sebagai variabel terikat. Kemudian dilakukan pengujian dengan mengubah-ubah bukaan *blower* untuk mengetahui posisi bukaan *blower* yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pembersihan pada Mesin Pemanen Jagung Kombinasi

Mesin pemanen jagung kombinasi memiliki sistem pembersihan dengan menggunakan *blower* dan *sieve*. *Sieve* berfungsi untuk memisahkan butir jagung dengan pengotornya, sedangkan *blower* berfungsi untuk membuang pengotor tersebut keluar dari mesin. Pada saat beroperasi, *sieve* bergerak naik-turun menyaring butir jagung dari pengotornya. Tanpa mengubah *blower*, hal-hal yang berperan penting dalam sistem pembersihan ini adalah kemiringan penampung jagung, celah

pembuangan sampah serta posisi dan bentuk *sieve*.

Kadar Air Jagung

Hasil panen dengan kadar air jagung > 30% ditunjukkan pada Gambar 2. Jagung hasil panen menggunakan mesin pemanen jagung kombinasi masih bercampur dengan pengotornya dari kulit, batang dan bonggol jagung. Hal ini disebabkan oleh massa jenis pengotor menjadi lebih berat ketika kadar air semakin besar. Oleh karena itu, proses pembersihan menggunakan *blower* menjadi tidak optimal.

Gambar 2. Hasil proses pemanenan dengan kadar air jagung >30%

Kadar air jagung merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas hasil pipilan jagung baik dipipil secara manual maupun menggunakan mesin. Oleh karena itu, kadar air jagung merupakan salah satu persyaratan awal yang harus dipenuhi agar hasil pipilan tidak rusak dan bersih dari pengotornya.

Kadar air jagung pada saat dipanen untuk pemipilan jagung yang baik adalah <25% agar jagung mudah dipipil dari bonggolnya, kualitas jagung pipilan bagus, dan sampah dapat dipisahkan dengan lebih mudah menggunakan *blower*.

Pohon jagung untuk pengujian dikeringkan di ruangan dengan udara terbuka. Pengukuran kadar air 4 sampel uji dilakukan masing masing 15 kali. Tabel hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel hasil pengukuran kadar air

Sampel ke-n	Nilai Rata-rata Kadar Air (%)
1	18,9
2	19,0
3	19,3
4	18,9
Kadar Air rata-rata	19,0

Setiap perubahan yang dilakukan pada sistem pembersihan ini dilakukan pengujian menggunakan jagung yang kadar airnya telah mencapai <25 %.

Penentuan kemiringan penampung jagung

Penampung jagung dengan kemiringan <10° tidak dapat menggerakkan jagung yang masuk ke arah *screw* pembawa. Oleh karena itu, jagung menumpuk di sekitar celah pembuangan pengotor. Sampah pengotor yang seharusnya terbang menjadi terhambat.

Gambar 3. Jagung tidak bergerak turun ke area *screw* pembawa

Untuk mengetahui kemiringan yang diperlukan agar jagung dapat bergerak (jatuh) ke area *screw* pembawa, dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut (Hibbeler 2011):

Gambar 4. Ilustrasi perhitungan sudut penampung jagung

$$\sum f_x = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum f_y = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$\sum f_x$ = jumlah gaya-gaya pada sumbu x

$\sum f_y$ = jumlah gaya-gaya pada sumbu y

Data yang digunakan adalah massa jenis jagung 721 kg/m³ (Setyaji 2017) dan koefisien gesek antara jagung dan logam 0,37 (Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI 2013). Dari hasil perhitungan, jagung akan mulai jatuh minimal pada sudut $\alpha > 20^\circ$.

$F = F$ gesekan antar jagung + F gesekan jagung dan plat

$$\sum f_y = 0$$

$$N - W \cos \alpha = 0$$

$$N = W \cos \alpha$$

$$\sum f_x = 0$$

$$(N \cdot \mu_1 + N \cdot \mu_2) - W \sin \alpha = 0$$

$$N(\mu_1 + \mu_2) = W \sin \alpha$$

Maka :

$$W \cos \alpha (\mu_1 + \mu_2) - W \sin \alpha = 0$$

$$W \cos \alpha (\mu_1 + \mu_2) = W \sin \alpha$$

$$W(\mu_1 + \mu_2) / W = \sin \alpha / (\cos \alpha)$$

$$W(\mu_1 + \mu_2) / W = \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan \{ W(\mu_1 + \mu_2) / W \}$$

$$\alpha = \arctan \{ (\mu_1 + \mu_2) \}$$

$$\alpha = \arctan \{ (0,37) \}$$

$$\alpha = 20 \text{ derajat}$$

Pada pengujian akan diposisikan kemiringan 20°-25° untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap jagung yang masuk ke area penampung. Gambar 5 merupakan posisi variasi kemiringan pada penampung jagung hasil penyaringan. Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan hasil pengujian pada kemiringan 20° dan 25°.

Gambar 5. Variasi kemiringan penampung jagung

Gambar 6. Hasil pengujian pada kemiringan 20°

Gambar 7. Hasil pengujian pada kemiringan 25°

Pengujian ini menunjukkan hasil yang positif. Jagung yang masuk ke area penampung dapat bergerak turun ke area *screw* pembawa baik pada kemiringan 20° maupun 25°. Pada Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat jagung tidak menumpuk di area penampungan jagung. Semakin besar kemiringannya maka semakin cepat pula jagung bergerak ke area *screw* pembawa.

Celah pembuangan sampah

Sampah menumpuk di celah pembuangan dan tidak dapat keluar sehingga sampah dikeluarkan secara manual seperti terlihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Sieve sebelum perubahan

Ketika tanaman jagung dipanen pada kondisi 20% *moisture content*, dihasilkan 31,88% biji, 52,12% batang, 11,52% tongkol dan 4,48% kulit (Singh et al. 2015). Dengan demikian, total sampah yang dihasilkan adalah 68,15%.

Menumpuknya sampah di celah pembuangan disebabkan oleh jumlah sampah yang masuk ke area penampung lebih banyak dibandingkan dengan jumlah sampah yang keluar dari area penampungan.

Berdasarkan hasil pengujian, celah pembuangan sebesar 30 mm tidak cukup untuk mengeluarkan sampah pengotor. Harus ada celah yang lebih besar untuk membuang sampah hasil pipilan. Gambar 9 menunjukkan celah pembuangan sampah yang telah diperbesar.

Gambar 9. Sieve setelah perubahan

Dengan memperbesar celah pembuangan menjadi 65 mm, sampah/kotoran yang ikut jatuh ke penampungan jagung dapat dikeluarkan dengan baik tanpa tersumbat. Hasil pipilan jagung menjadi lebih bersih.

Posisi dan bentuk sieve

Pemasangan *sieve* dalam posisi lurus tanpa kemiringan seperti pada Gambar 10 dapat membuang sampah dan kotoran dari kelobot dan pohon jagung. Namun banyak jagung yang terbang dalam posisi ini. Padahal diharapkan jagung dapat tersaring ke bawah menuju area penampungan jagung.

Gambar 10. Posisi sieve lurus

Permasalahan kedua adalah sampah/kotoran dari bonggol jagung tidak tertiuip angin dari *blower* di area ujung *sieve* seperti terlihat pada Gambar 11.

Gambar 11. Sampah/kotoran di ujung *sieve*

Jagung jatuh dari bagian *thresher* ke bagian *sieve*. Akibat dari putaran *thresher*, jagung yang jatuh ke *sieve* akan memantul ke arah luar sehingga banyak yang terbang. Untuk mencegah terbuangnya jagung tersebut maka bentuk *sieve* tidak lurus. *Sieve* dibengkokkan dan diposisikan dengan kemiringan 20°. Selain itu, bagian atas diberi pelat penghalang agar jagung yang memantul dan bergerak ke arah luar tidak terbang. Sampah yang menumpuk di ujung *sieve* terjadi karena posisi ujung *sieve* terlalu jauh dari *blower* sehingga tiupan *blower* tidak bisa membuang sampah. Hasil modifikasi terlihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Gambar 12. Bentuk *sieve* hasil modifikasi

Gambar 13. Pelat penghalang

Dari hasil modifikasi tersebut, sampah/kotoran tidak menumpuk di ujung *sieve* karena adanya kemiringan di ujung *sieve*. Kemiringan tersebut berfungsi untuk mempermudah jatuhnya

sampah/kotoran. Posisi *sieve* yang dipasang miring dan adanya pelat berfungsi untuk mengurangi terbuangnya jagung pipilan akibat tiupan *blower* dan putaran *thresher*. Hasil pengujian menunjukkan jagung pipilan yang bersih seperti pada Gambar 14 dan jagung yang terbang sebanyak 6 - 7%.

Gambar 14. Jagung pipilan hasil modifikasi *sieve*

Putaran *Engine* dan Kecepatan Angin dari *Blower*

Untuk mendapatkan parameter terbaik dalam pengoperasian mesin pemanen kombinasi maka dilakukan analisis putaran *engine* dan kecepatan angin dari *blower*. Tabel 2 menunjukkan pengaruh putaran *engine* dan kecepatan angin terhadap persentase jagung yang terbang.

Tabel 2. Pengujian putaran *engine* dan kecepatan angin dari *blower*

No	Putaran <i>Engine</i> (rpm)	Kecepatan angin (m/s)			% Jagung terbuan g
		atas	tengah	bawah	
1	1500,0	2,1	3,0	3,5	7,69
2	1500,7	1,9	2,9	3,8	7,14
3	1500,6	3,2	3,9	4,4	6,16
4	1650,4	6,0	4,2	5,4	23,91
5	1650,6	6,7	4,5	4,9	14,40
6	1650,3	5,9	4,3	5,4	14,63
7	1800,0	4,9	6,5	6,7	32,69
8	1807,7	5,2	5,5	2,2	31,25
9	1810,1	2,2	3,1	3,6	7,63
10	1802,1	4,6	3,6	1,1	5,23
11	1800,5	4,3	1,7	3,4	6,67
12	1800,4	2,2	3,0	4,9	28,57
13	1807,3	1,9	3,0	4,6	17,59
14	1500,2	1,7	2,7	3,9	4,67

Putaran *engine* berpengaruh terhadap kecepatan angin dari *blower*. Dari data di atas,

pada putaran 1500 rpm kecepatan angin tidak terlalu besar sehingga jagung yang terbang menjadi sedikit. Rata-rata jagung terbang pada pengujian 1–3 adalah 7%. Jika putaran *engine* diperbesar maka kecepatan angin pun semakin besar. Oleh karena itu, kecepatan angin perlu diturunkan dengan cara mengatur bukaan *blower*. Bukaan *blower* pada percobaan no.1–7 adalah 100% terbuka. Pada pengujian 8-14, bukaan *blower* diubah-ubah untuk mencari parameter terbaik. Kecepatan angin berpengaruh terhadap persentase jagung yang terbang. Semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar pula persentase jagung yang terbang. Pengaruh putaran *engine*, *blower* dan bukaan *blower* pada mesin pemanen kombinasi sesuai dengan hasil penelitian Mirzazadeh dkk mengenai faktor operasi yang berpengaruh terhadap performa mesin (Mirzazadeh, Abdollahpor, & Vahed, 2015).

Hasil terbaik adalah pada pengujian 14 dengan kecepatan putaran *engine* 1500,2 rpm dan bukaan *blower* 50% yang menghasilkan kecepatan angin rendah sehingga jagung yang terbang sebesar 4,67%. Hasil ini telah memenuhi syarat dari SNI 7428:2008 mengenai unjuk kerja standar efisiensi dengan jumlah jagung terbang maksimum 5% (Badan Standardisasi Nasional 2008).

KESIMPULAN

Jagung yang dipanen menggunakan mesin pemanen kombinasi sebaiknya memiliki kadar air <25% agar menghasilkan pipilan jagung yang bersih. Proses pembuangan kotoran memerlukan lubang pembuangan yang cukup besar agar tidak tersumbat. Dalam penelitian ini, celah 65 mm cukup untuk membuang sampah tanpa tersumbat. Area penampung jagung diberi kemiringan minimal 20° agar jagung dapat bergerak ke area *screw* pembawa. Modifikasi *sieve* dan area penampung jagung telah berhasil memperbaiki performa sistem pembersih pada pemanen jagung kombinasi. Jagung pipilan yang dihasilkan sudah bersih dari kotorannya dan jagung yang terbang menjadi lebih sedikit dari sebelumnya. Putaran *engine* dan kecepatan angin dari *blower* berpengaruh terhadap jagung yang terbang saat proses penyaringan jagung. Berdasarkan hasil pengujian, putaran *engine* 1500 rpm dengan bukaan *blower* 50% menghasilkan

kecepatan angin yang rendah sehingga jumlah jagung yang terbang hanya 4,67%. Modifikasi dan pengujian ini dilakukan di laboratorium dengan kondisi lantai yang rata dan datar. Oleh karena itu, mesin ini baik digunakan pada lahan jagung yang rata dan datar.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk aplikasi mesin di lahan jagung yang sesungguhnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Eddy Siswanto, MAM sebagai Kepala Balai Besar Logam dan Mesin atas terselenggaranya penelitian ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Koordinator Kegiatan, Peneliti, Perekayasa, dan Litkayasa yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 7428:2008 Mesin Pemipil Jagung – Unjuk Kerja Dan Cara Uji*.
- Darudkar, Anirudha G. 2015. "Literature Review of Corn Sheller Machine" 2 (01): 238–40.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2013. *Ilmu Bahan Teknik Kelas X Semester 2*.
- Hibbeler, R.C. 2011. *Mechanics of Materials*. Pearson Prentice Hall. Vol. 8. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Marques, Odair José, Pedro Soares, Vidigal Filho, Carlos Alberto Scapim, Deivid Lincoln Reche, Luiz Fernando Pricinotto, and Ricardo Shiguero Okumura. 2008. "Qualidade Comercial de Diferentes Híbridos de Milho Em Função Do Teor de Água Nos Grãos Durante a Colheita 1 Commercial Quality of Different Corn Hybrids as a Function of Grain Moisture Content during the Harvest," 911–20. doi:10.5433/1679-0359.2012v33n3p911.
- Mirzazadeh, Ali. n.d. "Incorporating Skewness and Kurtosis in N Improvement of Combine Harve Harvester Cleaning Leaning System Performance" 3 (5): 1412–17.
- Mohammad, Roohollah, Sanabadi Aziz, and Sherwin Amini. 2014. "Optimization of

- Combine Harvesting , Threshing , and Separating Systems for Reducing Corn Loss” 8 (10): 1715–25.
- Pengfei, Zhao, Zhang Hanlin, Zhao Dongjie, Wang Zhijie, Fan Lifeng, Huang Lan, Ma Qin, and Wang Zhongyi. 2015. “Rapid on-Line Non-Destructive Detection of the Moisture Content of Corn Ear by Bioelectrical Impedance Spectroscopy.” *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 8 (6): 37–45. doi:10.3965/j.ijabe.20150806.1238.
- Peplinski, A J, R A Anderson, and O L Brekke. 1982. “Corn Dry Milling as Influenced by Harvest and Drying Conditions,” 1114–17.
- Setyaji, Muhammad Aziis Lyan. 2017. “Perencanaan Dan PEerhitungan Mesin Pemipil Jagung Dengan Kapasitas 300 Kg/jam.”
- Singh, Manjeet, S S Thakur, Rupinder Chandel, and Ankit Sharma. 2015. “Development and Field Evaluation of Corn – Stover Collector Attachment for Maize Combine Harvester.” *AGRICULTURAL ENGINEERING TODAY* 39(3): 3–9.
- Voicu, Gheorghe, Tudor Casandroi, and Constantin Tarcolea. 2008. “Testing Stochastic Models for Simulating the Seeds Separation Process on the Sieves of a Cleaning System , and a Comparison with Experimental Data.” *Agriculturae Conspectus Scientificus* 73 (2): 95–101.